EXPERIMENTA
DE RATIONE INTER PULSUS FREQUENTIAM, SANGUINIS PRESSIONEM LATERALEM ET SANGUINIS FLUENTIS CELERITATEM OBTINENTE.

DISSERTATIO INAUGURALIS

QUAM

CONSENSU ET AUCTORITATE

GRATIOSI MEDICORUM ORDINIS

IN

UNIVERSITATE LITERARUM CÆSAREA DORPATENSI

AD GRADUM

DOCTORIS MEDICINÆ

RITE ADIPISCENDUM

LOCO CONSUETO PUBLICE DEFENDET

AUCTOR

Ernestus Lenz.

DORPATI LIVONORUM.

TYPIS VIDUAE J. C. SCHÜNMANNI ET C. MATTIESENI.

MDCCCLIII.

Imprimatur

haec dissertatio ea conditione, ut, simulac typis fuerit excusa, quinque ejus exempla tradantur collegio ad libros explorandos constituto.

Dorpati Livon. die 15. mens. Maji anni 1853.

Dr. ***Reichert,***
ord. med. h. t. Decanus.

Prooemium.

Ex quo disquisitionibus accuratissimis constitutum est, cor solum sanguinis motionis causam esse, quaestionem, quae ratio frequentiae contractionum cordis cum celeritate motionis sanguinis intercedat, magni momenti esse facile apparet. Sine ulla dubitatione concedendum est, frequentiam contractionum cordis directa via sanguinis celeritatem indicare, si singularum contractionum effectus idem maneat; utrum vero res vere ita se habeat, an quae ratio contractionum frequentiae cum ipsarum vi et effectu intercedat, hucusque nondum notum est. Medici quidem in pulsus conditione symptoma reperisse crediderunt, ex quo sanguinis celeritas judicari posset, et propterea in febri pulsu frequente et duro insignita de magna acceleratione circulationis sanguinis cet. locuti sunt [1]); nec tamen haec opinio hucusque experimentis directis ullo modo probata est, itaque haberi non potest pro doctrina rationibus firmata et stabilita. Quid, quod novissimis temporibus sententia modo allatae plane contra-

1) *Canstatt.* Specielle Pathologie und Therapie. Vol. I. pag. 304.

ria edicta et promulgata est. *Hering*[2]) longa serie disquisitionum in equis sanis institutarum eruere studuit, quantum temporis spatium singulae sanguinis particulae ad iter perficiendum requirerent, mediumque circulationis tempus 25—30 partes minutissimas horae (Secunden) esse invenit. Deinde alteram seriem investigationum instituit, in quibus pulsum equorum variis viis, ut inflammationibus arte provocatis, motionibus citatis cet., acceleravit, atque etiam in his experimentis medium tempus, quod singulae sanguinis circulationes requirerent, 25—30 partes minutissimas horae esse reperit. Itaque *Hering* adductus est ad sententiam, pulsus frequentiam in celeritatem motionis sanguinis prorsus nullam vim exercere. Haec sententia tamen, quamquam ex longiore serie experimentorum deducta erat, aliis viris doctis tantopere a probabilitate abhorrere videbatur, ut errorem in disquirendi methodo commissum, quam sententiam illam veram esse credere mallent; — quamobrem *Heringii* experimenta non ea attentione respecta sunt, qua digna esse videntur.

Nuperrime *Volkmann* in opere suo clarissimo: „Haemodynamik. Leipzig 1850" nonnullas observationes de ratione inter pulsus frequentiam et sanguinis celeritatem obvia protulit. *Volkmann* arteriam carotidem equi nudavit, haemodromometrum in eam induxit, atque hac ratione circulationis celeritatem directa via mensus est, dum eodem tempore animalis pulsus frequentia definita est. Hoc experimento finito, ex equo certa quaedam sanguinis copia de-

---

2) *Tiedemann* und *Treviranus*, Zeitschrift für Physiologie. Vol. V.

tracta est. Qua re quum frequentia pulsus aucta esset, ille iterum inducto haemodrometro circulationis celeritatem mensus est cet. Serie decem experimentorum probatum est, venae sectionibus sanguinis celeritatem minui, pulsus autem frequentiam augeri. Attamen *Volkmann* ipse monet, per haec experimenta nobis nondum licere similem rationem in iis casibus praesumere, ubi pulsus frequentia non sanguinis evacuationibus, sed aliis remediis aucta sit, sed potius ad hanc quaestionem rite solvendam alia experimenta in animalibus vivis alia ratione instituenda necessaria esse. *Volkmann* ipse rationibus theoreticis permotus proclivis est ad accipiendam sententiam, inter pulsus frequentiam et sanguinis celeritatem non esse connexum necessarium, sed crescente pulsus frequentia circulationis celeritatem probabiliter usque ad certum quendam gradum augeri, deinde autem rursus deminui [3]).

Volkmann autem circulationis celeritati cum alia quadam re rationem intercedere probavit. Etenim tam ex observationibus, quam ex computationibus ejus apparuit, prorsus certam rationem obtinere inter circulationis celeritatem et mediam vim pressionis lateralis (Seitendruck des Bluts), ita ut auxilio coëfficientium resistentiae (Widerstandscoëfficienten) semel computatorum ad quamlibet observatam circulationis celeritatem vis pressionis lateralis ei respondens, et ad quamlibet observatam pressionem lateralem celeritas circulationis ei respondens computatione reperiri possit. Attamen sub ipsum finem capitis, in quo de hoc argumento

---

3) *Volkmann*, Haemodyn. pag. 201.

agitur, dicit[4]): „Uebrigens versteht es sich von selbst, dass von einer Beständigkeit der Widerstandscoefficienten nur so lange die Rede sein kann, als die Bedingungen, welche den Widerstand veranlassen, unverändert bleiben. Offenbar sind aber mehrere Factoren des Widerstandes, z. B. die Weite der Gefässhöhle und die Zähigkeit des Blutes, nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterworfen, wonach denn auch die Werthe der Coefficienten sich ändern müssen." Sed haec ipsa mutatio factorum resistentiae adhuc nobis plane ignota est, atque omnino necesse est sciamus, num et quatenus mutari possint, et quantam vim mutatio ejusmodi, si qua fiat, in circulationis celeritatem et sanguinis pressionem exerceat, antequam statui possit, quatenus cum aliqua certitudine ex pressione celeritatem et vice versa ex celeritate pressionem definire valeamus. Quamdiu de hac re nondum observationes certae notae sunt, mea quidem opinione nobis omnino non licet conclusiones facere, ut v. c. *Hoffa* fecit, qui symptomata, quae irritato nervo vago in circulatione sanguinis appareant, describens dicit[5]): „Wenn aber auch bei schwacher Reizung des Vagus einzelne intensive Schläge auftreten können, so ist bei derselben der Nutzeffect, den das Herz für den Blutstrom leistet, dennoch auffallend geringer, indem die mittlere Seitendruckhöhe selbst bei sehr intensiven Contractionen während der Reizung viel niedriger ist, als vor derselben".

Idem concludit Dr. *Traube* in commentatione sua de

4) l. l. pag. 232.

5) Zeitschrift für rationelle Medicin von *Henle* und *Pfeufer*. Vol. IX. pag. 124.

6) Deutsche Klinik 1851. Vorläufige Mittheilungen aus einer grösseren Arbeit über die Wirkungen der Digitalis von Dr. *Traube*.

Digitali [6]). Ille primum demonstrare conatur, effectum Digitalis, quo pulsus retardetur, tantummodo in irritatione nervorum vagorum niti, atque inde concludit, necesse esse, Digitalis pressionem lateralem deminuat, ergo sanguinis celeritatem retardet.

Equidem ad solvendam quaestionem, quaenam ratio valeat inter pulsus frequentiam et sanguinis celeritatem pressionemque, experimenta directa in vivis animalibus institui, quorum eventa in hac commentatione cum lectoribus benevolis communicabo. Antequam vero ad tractandum argumentum ipsum accedam, hoc loco omnibus amicis meis, qui in his experimentis instituendis me adjuverunt, praecipue vero ***Biddero,*** professori clarissimo, praeceptori meo maxime venerando et amicissimo, qui omni modo consilio et re me sustentavit, maximas gratias ex intimo animo publice ago.

Dum experimentis meis occupabar, commentatio ***Heringii*** [7]) mihi allata est, in qua nova series disquisitionum de ratione inter pulsus frequentiam et sanguinis celeritatem obtinente enarratur. *Hering* etiam his novissimis perscrutationibus denuo sibi persuasit rationem ejusmodi demonstrari non posse. Neque tamen hac ***Heringii*** commentatione permoveri potui, ut ab inquisitionibus meis desisterem, quum illae ratione omnino alia et, ut equidem arbitror, accuratiore instituerentur, ita ut, quaecunque tandem ex iis eventura essent, necessario saltem alicujus momenti et pretii in usum physiologiae futurae essent.

---

7) Archiv für Physiologische Heilkunde von *Vierordt.* 1853, I.

Caput primum.

De methodo experimenta instituendi.

Ut mihi justam sufficientemque cognitionem rationis inter pulsus frequentiam, sanguinis pressionem, ejusdemque celeritatem obtinentis pararem, ante omnia mihi necessarium esse videbatur viam invenire, qua haec tria momenta omnia pro eodem tempore definiri possent. Ratio enim inter illa, si qua obtineat, ea conditione tantum perspicue apparere potest, si pro uno eodemque tempore, quid valeant, definiatur, facillime vero, nisi hoc fiat, propter inconstantiam, quae in omnibus tribus occurrere potest, obscuratur et celatur.

Ad efficiendum igitur, ut haec tria momenta eodem tempore observari possent, apparatus, quem in figura I. delineatum conspicimus, constructus est. Haemodromometrum ***A***, quale ***Volkmann*** descripsit[8]), in loco ***a*** apertura instructum erat ducente in tubulum, qui tubulo haemodynamometri[9]) accurate adaptari potuit, ita ut ambo instrumenta, simulatque inter se connexa erant, apparatum tubulorum inter se cohaerentium efficerent. Natator (Schwimmer) in haemodynamometro loco pennae vel penicilli instructus erat bacillo, cui in fine affixus erat crinis, qui in tympano kymographii[10]) antea fuligine diligenter oblito curvas descripsit. Quando apparatum adhibere volebamus, ille primum e loco ***b*** solutione salis omnino implebatur, deinde secundum ***Volk-***

---

8) l. l. pag. 185.
9) l. l. pag. 130.
10) l. l. pag. 148.

manii[11]) praeceptum epistomium in loco *c* aperiebatur, et postquam liquores in tubulorum systemate plane in aequilibrium pervenerant, linea abscissa ducebatur. Si jam haemodromometrum hac solutione impletum in arteriam inductum esset, necessario hydrargyrum in haemodynamometro statim ascendisset, solutio salis illud secuta esset, et sanguis usque ad id temporis momentum, quo pressio hydrargyri adscendentis et pressio lateralis vasis exaequatae essent, multo majorem celeritatem, quam vere haberet, ostendisset, quoniam omnia impedimenta motionis sanguinis infra *a* sita usque ad hoc temporis momentum remota erant. Hunc errorem observationis etiam majorem fieri oportuit, quum tubulus haemodynamometri multo majus lumen haberet quam haemodromometri, itaque fortasse tota copia solutionis haemodromometro contenta ad spatium haemodynamometri 40—50 mm. altum explendum requireretur. Itaque etiam via, quam *Volkmann* in disquisitionibus simili instrumento instituendis iniit, ut errorem quam minimum redderet, nobis parum apta erat. *Volkmann* auxilio haemodromometri, cujus mediae parti manometrum plane ejusdem luminis ope cochleae (Schraubengewinde) affixum erat, experimenta de mutationibus pressionis sanguinis et celeritatis sanguinis eodem tempore intrantibus fecit. Ut jam errores observationis e causa supra commemorata exorientes corrigeret, viam, quam fluidum in manometro percurrebat, duplo majorem esse statuit, quam viae partem, quam sanguis in haemodromometro impedimentis deminutis permeaverat, idque, quoniam observaverat, sanguinem tam in centralem, quam in periphericum

---

11) l. l. pag. 155.

finem haemodromometri influere, donec pressio exaequata esset. Attamen *Volkmann,* quamvis hac correctura jam adhibita, ne observationis error adhuc superesset timuit, quare aliam corrigendi methodum cum ea, quam modo descripsimus, conjunxit. Ille enim pressionem in instrumento suo circiter ad eum gradum evexit, quem in experimento instituendo exspectavit[12]; si igitur experimento incipiente fluidum in manometro tantum paululum ascendebat, error quoque, si praeterea etiam correctura supra dicta minuebatur, tantum minimus esse potuit. — Mihi quidem error omnino evitari posse videbatur, si in unoquoque casu pressio in tubulis inter se cohaerentibus ante experimentum supra gradum pressionis lateralis exspectandum eveheretur, ita ut experimento incipiente sanguis non statim in haemodromometri tubulum intrare posset, sed prius pars solutionis salis e tubulorum apparatu in animalis systema vasorum transire cogeretur, ut pressio in illo apparatu et in vasorum systemate exaequaretur. Haec praesumptio omnino probata est. In quolibet experimento enim initio citus, plerumque subitissimus descensus natatoris animadvertebatur, et deinde demum sanguis per haemodromometrum perfluere incipiebat. Post experimentum finitum haemodynamometro ab haemodromometro sejuncto apparebat, aquam, quae in priore inesset, tantum prope juncturam cum hoc sanguine paululum rubefactam esse. Facile intelligitur, in hac experimenti faciendi methodo tempus, quod requireretur, ut sanguis per tubulum haemodromometri percurreret, numerari non potuisse ex eo momento, quo epistomium aperiretur, sed de-

---

12) l. l. pag. 219.

mum ex eo, quo sanguis primum perspicue in tubuli vitrei finem ad cor conversum intraret. Experimentis meis omnino probatum inveni, quod *Volkmann* expertus est, in tubulo vitreo sanguinem cum aqua non admodum commisceri et in quovis experimento certissime definiri posse locum, quo sanguis purus inciperet.

Experimenta jam hoc modo instituta sunt. Apparatu ratione supra commemorata salis solutione impleto linea abscissa ducebatur; deinde per aperturam *c* auxilio siphonis tantum ejusdem solutionis in apparatum immittebatur, ut hydrargyrum adscendens pressionem in experimento exspectandam superaret, et epistomium cito claudebatur. Deinde animal ad experimentum praeparabatur, arteria carotis vel cruralis nudabatur, duo retinacula, volsellae ad efficiendam compressionem a *Stillingio* inventae similia, aliquo intervallo inter se distantia applicabantur, ut sanguinis circulatio interrumperetur, et deinde duae cannulae, in quas fines haemodromometri accurate aptari poterant, in arteria affirmabantur. Simulatque jam fines haemodromometri in has cannulas immissi erant, retinacula amovebantur et sanguis per instrumenti bulbum aeneum rectâ perfluebat, ceteris apparatus partibus in actionem nondum vocatis. Si vero epistomium apud *c* aperiebatur, statim descensus natatoris incipiebat, qui in charta fuligine oblita indicabatur, et tam diu perdurabat, donec ad gradum pressionis lateralis perventum esset; deinde sanguis in haemodromometrum intrabat et eodem tempore pilus natatori affixus curvam pulsus describere incipiebat. Simulac sanguis haemodrometrum percurrerat, epistomium claudebatur, quo facto natator lineam rectam describebat, atque hac ratione curvam habebamus, quae eodem

tempore celeritatem sanguinis, numerum pulsuum et gradum pressionis lateralis nobis indicabat. Copia aquae salsae, quae hoc modo in quolibet experimento in systema vasorum animalis transiit, circiter 8—10 grmm. efficiebat, et quamquam aqua non semper exacte eandem copiam salis continebat, tamen statuere licet, in universum in 100 partibus solutionis 5 partes salis infuisse. Quamquam haec copia salis minima erat, animal tamen, quod quidem mirandum erat, plerumque post introitum aquae salsae in systema vasorum se doloribus affici manifestabat, ex quibus fortasse irritatio cerebri conjici possit. Copia sanguinis, quae in quolibet experimento in haemodromometro restans animali detrahebatur, circiter 5 grmm. efficiebat, itaque sanguinis jactura omnibus experimentis effecta tam parva erat, ut ratio ejus omnino non esset habenda, praesertim quum semper certa quantitate aquae salsae compensaretur.

Longitudo temporis, quo sanguis per haemodromometrum percurrerat, primum directa via auxilio chronometri 170 ictus sexagesima horae parte facientis definiebatur, secundum ex curva descripta facile computari poterat, quum ambitus tympani nobis notus esset et tempus conversionis ejus in certa quadam perpendiculi positione, quae semper servabatur, exacte sexagesimam horae partem efficeret. In primis sex experimentorum seriebus tempus semper utraque ratione definiebatur, attamen mox intellexi, numeratione ictuum chronometri tempus multo minus accurate definiri, quam altera methodo. Facile apparet, priore ratione, si optime succedat, tempus tantum ad tertiam circiter partem minutissimae partis horae (0,35‴) accurate definiri posse, ita ut error oriri possit, qui in observationibus saepe tantum

duas vel tres partes minutissimas horae perdurantibus maximi momenti sit. Praeterea quum et fieri possit, ut observator in numerandis ictibus errorem committat, error ille prior magnopere augetur. In experimentis autem nostris eo facilius error in numerandis ictibus chronometri fieri potuit, quod non, ut ***Volkmann*** fecit, apud certum ictum epistomium aperire et eodem tempore initium numerandi facere poteramus, sed, antequam numerare inciperemus, conspicuus introitus sanguinis in tubulum vitreum nobis exspectandus erat.

Multo accuratius temporis longitudo per alteram methodum definiri poterat, qua sola propterea in experimentis postea institutis utebamur. Simulatque sanguis in haemodromometrum intrabat, signo dato hoc temporis momentum in curva descripta lineola indicabam, idemque eo momento fiebat, quo sanguis cursum per tubulum absolverat. Hac ratione abscissa curvae descriptae tempus accurate indicabat, quum ratio inter ambitum tympani, qui 440 mm. efficiebat, et longitudinem abscissae necessario eadem esset, quae inter tempus, quo tympanum semel circumagebatur, sive 60 partes minutissimas horae, et tempus quaesitum obtinebat. Hac ratione igitur, si satis accurate agebatur, error mensionis vix millimetrum, ergo error in definiendo tempore vix 0,14‴ superare poterat.

Pulsus arteriarum et ipse secundum curvam descriptam definiebatur, quum singuli ictus numerarentur atque ex hoc numero et longitudine temporis computaretur, quot ictus pulsus sexagesima horae parte faceret. Quum saepe tantum paucos ictus observare possemus, facile explicari potest, quare computatione facta interdum satis magnae differentiae

in pulsuum frequentia apparuerint quamvis stimuli novi in animal non egissent. Fieri enim non potuit, quin minima quaeque irregularitas fortasse tantum ad paucos ictus pertinens magnopere aucta appareret, quum ex his paucis ictibus irregularitate affectis numerus ictuum totius sexagesimae partis horae computaretur. Hanc rem propterea commemoro, ut explicem observationem satis miram, in animali, quamvis non factis novis impetibus alicujus momenti in ejus organismum, pulsus frequentiam saepe amplius triginta ictibus variasse. Neque tamen ex hac inaequalitate sequitur, observationes nostras parum accuratas fuisse, nam non est obliviscendum, inter experimentum pulsum re vera hujus generis fuisse, etiamsi fortasse tantum per hoc parvum temporis spatium et non per totam sexagesimam horae partem hanc indolem haberet. Attamen etiam hanc inaequalitatem, quantum potui, tollere studui, quod quidem eo efficiebatur, quod spatium sanguini percurrendum aliquanto augebatur, eoque tempus observationis longius reddebatur. Primis igitur experimentis auxilio haemodrometri 750 mm. longi institutis, in experimentis postea factis semper instrumenta multo longiora 1800 vel 1900 mm. adhibebantur, ita ut tempus observatum fere semper 5‴, interdum autem adeo 60‴ excederet.

Pressio lateralis partim mensione directa definiebatur, partim vero etiam methodo, quam *Volkmann* proposuit [13]. Hic vir doctissimus enim chartam omnino aequalis crassitudinis sibi comparare studuit, in qua curva jam describebatur. Quo facto rectangulum excidit, cujus basin abscissa forma-

13) l. l. pag. 171.

bat, cujus lineae laterales permeabant per puncta, quibus curva, cujus altitudinem mediam definire volebat, initium capiebat et finiebatur, et cujus altitudo, ut libebat, sumi poterat. Deinde totius rectanguli pondere definito illud ita dissecabat, ut forfex curvam accurate sequeretur, et tum portionis inferioris pondus examinavit. Jam necesse erat eandem rationem esse inter pondus totius rectanguli et pondus inferioris partis ejus, atque inter altitudinem totius rectanguli, quam antea mensus erat, et mediam altitudinem curvae.

Neque tamen mihi sufficere poterat in animali aliquo in experimento uno valores congruentes pressionis sanguinis, celeritatis ejus et frequentiae pulsus observare, sed mea interesse debuit, ut, quum uno vel compluribus experimentis in animali quodam sub conditionibus quam maxime normalibus hos tres non sejungendos factores circulationis sanguinis definivissem, unum ex iis mutarem ad observandum, quo modo et quo gradu simul duo reliqui mutarentur.

Facillime ex his tribus factoribus ad libitum mutari poterat pulsus frequentia, quum de ea certis quibusdam remediis, quae facile adhiberi possunt, mutanda jam permultae observationes in physiologia et materia medica exstent. Primum effectu nervi vagi ad consilium meum assequendum usus sum, quippe qui irritatus cordis ictus tardiores reddat, dissectus autem cordis actionem admodum acceleret. Eo libentius autem hoc remedium ad mutandam pulsus frequentiam adhibui, quod plures observationes de ratione, qua nervus vagus agat, exstant, ex quibus sperare licebat, fore ut ex experimentis hac ratione institutis aliquid certi et manifesti de pulsus acceleratione et retardatione eveniret et eluceret.

Dorpati saepe observatum est, dissectis nervis vagis pressionem lateralem sanguinis multo augeri. Non minus disquisitionibus, quas ***Ludwig*** et ***Hoffa*** fecerunt, constitutum est, irritatis nervis vagis pressionem illam minui. Quum vero haud probabile videretur, mutationes magni momenti operatione illa cruenta provocari posse in reliquis momentis, ex quibus pressio lateralis pendet, ut in copia absoluta sanguinis, in parietum vasorum se contrahendi facultate, in consistentia sanguinis: in promptu erat mutatam sanguinis celeritatem ducere causam auctae illius pressionis. Praeterea ex regulari congruentia pulsus frequentis cum praesumpta illa sanguinis celeritate aucta, et pulsus rarioris cum ejus celeritate deminuta probabile visum est, pulsus mutationem causam mutatae sanguinis celeritatis habendam esse, quare hanc rationem primum disquirere cupivi.

Praeter experimenta, in quibus nervi vagi irritabantur vel dissecabantur, etiam nonnulla adhibitis aliis remediis, quibus effectus pulsum mutans adscribi solet, institui. Hoc consilio digitalinum, tartarum emeticum et chloroformylum adhibui. Doleo mihi per brevitatem temporis non licuisse experimenta mea in majorem remediorum numerum extendere; quin etiam ne commemoratis quidem remediis experimentorum numerum tantum facere potui, quantus optandus erat, ut ad eventa omnino certa perveniretur. Amplus campus hic investigationibus patet, qui doctrinae de remediorum viribus et effectibus largos fructus promittit.

Jam ad enarranda singula experimenta transibo, attamen, antequam hujus capitis finem faciam, liceat mihi paucis verbis mentionem facere difficultatum, quae in experimentis ejusmodi superandae sint. — Omnino omissis difficultatibus,

quas operatio et applicatio apparatus offerunt, omissa etiam difficultate prohibendi, quominus apparatus hujus magnitudinis, qui maximam partem tubulis vitreis constat, inter convulsiones animalis frangatur, unam tantum rem commemorabo, quae saepe, quamvis omni, qua par est, cautione adhibita, experimentum incertum reddit. In experimentis meis omnino necessarium fuit quamlibet experimentorum seriem per majus temporis spatium, tres quadrantes horae vel horam unam, extendere; quare facillime fieri poterat, ut spatio temporis inter duo experimenta interjecto coagulum sanguinis vel in cannulis in arteriam illigatis vel in arteria ipsa formaretur. Vix est, quod moneam, quantopere haec res eventum observationis turbare possit, quum fieri non possit, quin et sanguinis celeritas et sanguinis pressio coagulo ejusmodi magnopere mutentur. Quamquam igitur ante omnia singula experimenta cannulam et partem finitimam ipsius arteriae quolibet coagulo liberare sedulo studebamus, tamen certi esse non possumus, hoc nobis omnino ex votis successisse, quare fortasse nonnulla experimenta admodum discrepantia hac ratione explicanda erunt. Ceterum, quum sanguinem in animalium speciebus variis pro indole ejus varia aut citius aut serius coagulari constet, difficultas illa modo memorata in experimentis instituendis modo major modo minor existit, aut prorsus non adest. Itaque experimenta in canibus adultis fere nunquam cannulas sanguine coagulato obstructas nobis obtulerunt, dum contra in vitulis summopere studendum erat, ne omne experimentum hac re irritum reddatur.

Caput secundum.

Experimenta.

Mea interesse oportebat, ut, priusquam remedia ad mutandam pulsus frequentiam adhiberem, experimenta instituerem eas mutationes trium factorum circulationis sanguinis inquirendorum indicantia, quae, non illata vi nova animalis corpori, intrare possent. Has mutationes, ut ab iis, quae consulto provocatae sunt, distinguantur, inconstantias normales appellare possumus, earumque magnitudo nobis cognoscenda erat, ut postea judicare valeremus, utrum effectum remedii a nobis adhibiti, an inconstantiam ejusmodi normalem observaremus.

De temporis spatio, quod ad instituendam unam quamque experimentorum seriem requirebatur, commemorandum est, disquisitiones plerumque tres quadrantes horae vel horam unam perdurasse, cujus temporis circiter dimidiam horam postularet operatio, reliquum tempus autem in singula experimenta satis aequaliter distribueretur. Experimentorum vero seriem majoris longitudinis horam unam cum quadrante vel dimidia perdurasse, addere possumus.

Ad inconstantias normales cognoscendas haec duo experimenta facta sunt:

Experimentum I in vitulo factum:

Numerus pulsuum ad 1′′ computatus.	Pressio lateralis sanguinis.	Celeritas sanguinis.
170	116	126
121	115	193
143	106	125
141	104	101
117	113	92

Experimentum II in vitulo factum.

Numerus pulsuum ad 1″ computatos.	Pressio lateralis sanguinis.	Celeritas sanguinis.
134	148	285
125	143	248
130	141	233
130	143	198
115	138	223
122	146	285
115	138	223
120	134	233

Celeritatem in utraque experimentorum serie haemodromometro 750 mm. longo metiebamur, itaque in experimentis majorem celeritatem ostendentibus observatio tantum paucas partes minutissimas horae perdurabat. Hinc irregularitas pulsus satis explicatur. Pressionem et directa mensione et pensione curvarum descriptarum definiebamus, et eventus utriusque metiendi methodi optime congruere inveniebamus. Differentia denique celeritatis in altera experimentorum serie haud ita magna est, et experimentum, in quo celeritas aliquantum a norma differt, in media serie situm est, qua re probatur, deminutam celeritatem non esse habendam pro languore, ab operatione provocato, qualis fortasse mortem appropinquantem antecedat, sed potius viribus ex norma in corpore agentibus originem suam debere. In priore serie major celeritatis differentia invenitur et quidem celeritas sub finem seriei magis magisque deminuitur. Hanc tamen retardationem pro mortis prodromo haberi posse, statuere omnino non licet, quum omnia animalia nudationem et ligaturam arteriae carotidis atque adeo multo

graviores operationes perbene ferrent, ita ut usque ad finem satis fortes essent. Ex hac parte igitur nulla est causa, cur in dubium vocetur, quin celeritatis deminutio naturae conveniens putanda sit; facilius forsitan error observationis irrepserit, quum hoc primum experimentum esset, quod apparatu completo institueretur. Attamen ne error ejusmodi quidem praesumendus esse videtur, quum etiam in experimentis postea institutis interdum celeritatem normalem tam parvam esse invenerimus. Maxima igitur celeritas observata circiter altero tanto major est, quam minima.

Jam ex his duabus observationum seriebus elucere videtur, inter pulsum et sanguinis celeritatem non obtinere rationem simplicem. In priore enim serie cum maxima et minima celeritate sanguinis fere eadem pressio lateralis eademque pulsus frequentia concurrunt, gradibus interjectis vero satis magnae differentiae horum duorum factorum circulationis sanguinis respondent. Prorsus idem in altera experimentorum serie invenimus, si excipimus, in hac serie differentias omnino minores esse. Priusquam tamen de hac quaestione accuratius agam, reliqua experimenta enarrabo.

Experimenta proxima ita instituta sunt, ut in animali primum semel vel bis normalis sanguinis celeritas exploraretur. Deinde nervus vagus apparatu magneto-galvanico, quem *Dubois* proposuit, irritabatur, et postquam hoc modo nonnullae curvae descriptae erant, uterque nervus vagus dissecabatur. Ratio agendi ad nervum irritandum a nobis inita haec fuit: Nervus vagus unius lateris submissa lamella vitrea a partibus subjacentibus separatus, deinde haemodromometrum in arteriam carotidem ejusdem lateris inductum et irritatio incepta est; et jam primis iisque vehementibus

animalis convulsionibus praeteritis plerumque circiter post dimidium partis sexagesimae horae epistomium apertum atque ita experimenti initium factum est. Ejusmodi experimentorum serie finita, utriusque lateris nervus vagus dissecabatur et haemodromometrum iterum cum arteria conjungebatur.

Experimentum III in vitulo institutum.

Haemodromometrum 750 mm. longum erat.

Pulsus computatus.	Pressio.	Celeritas.
133	124	203
127	132	290
136 *)	148	303
134 *)	154	266
Dissecto utroque nervo vago:		
149	190	196
146	180	55
148	180	58
**)	130	30

---

*) In his ambobus casibus nervus vagus irritatus est. Attamen vis electrica adhibita eo, quod rotula inducta apparatus a rotula inducente nimis detrusa erat, manifesto magis debilitata erat, quam volebamus, ita ut prorsus nullum effectum haberet, quod e pulsu omnino non mutato cognitum est. Itaque in his duabus curvis irritationis ratio prorsus non est habenda.

**) Altitudo singularum pulsus undarum, quamquam impedimentum in sanguinis circulatione demonstrari non potuit, in hoc casu tam parva fuit, ut illae fere rectam lineam formarent; quare, cum fines undarum cognosci non possent, pulsus frequentiam definire non potuimus.

Experimentum IV in vitulo institutum.

Haemodromometrum 750 mm. longum erat.

Pulsus computatus.	Pressio.	Celeritas.
106	136	211
120	134	289
Dum nervus vagus irritabatur:		
84	120	211
40	111	64
Dissecto utroque nervo vago:		
151	132	85

Experimentum V in vitulo institutum.

Haemodromometrum 750 mm. longum erat.

146	133	262
Dum nervus vagus irritabatur:		
37	56	54
29	38	40
Utroque nervo vago dissecto:		
163	198	223

Dissectis nervis vagis fere semper pressionem lateralem supra normam auctam majoremque pulsus frequentiam cum deminuta celeritate concurrere videmus. Quum hic eventus rationi, quam *Volkmann* inter celeritatem et pressionem lateralem valere affirmat, directe contradicat, facile adducti sumus ad conjecturam, sequelas discisionis nervorum vagorum aliquo modo experimentis praegressis, in quibus nervus vagus irritatus erat, mutatas esse; quare seriem experimentorum instituere decrevimus, in quibus post observatam, normalem celeritatem sanguinis in animali, tantum alterutrum remedium, aut irritationem, aut discisionem ner-

vorum vagorum ad pulsus mutationem provocandam adhibebemus. Has experimentorum series statim hoc loco afferam, priusquam ad accuratiorem singularum curvarum explicationem accedam.

Experimentum VI in vitulo factum.

Haemodromometrum 750 mm. longum erat.

Pulsus computatus.	Pressio.	Celeritas.
152	140	423
Dum nervus vagus irritabatur:		
76	117	211
28	78	51
67	114	42
54	87	24

Experimentum VII in vitulo factum.

Haemodromometrum 750 mm. longum erat.

165	137	344
Dum nervus vagus irritabatur:		
81	168	289

Experimentum VIII in vitulo factum.

Haemodromometrum 750 mm. longum erat.

124	166	394
Dum nervus vagus irritabatur:		
31	120	78
33	110	38

Experimentum IX in vitulo institutum.

Haemodromometrum 750 mm. longum erat.

100	118	183

Utroque nervo vago dissecto:

Pulsus computatus.	Pressio.	Celeritas.
*)	149	423
110	145	423
118	148	394
125	135	344
140	116	239
136	104	72

Experimentum X in vitulo factum.

Haemodromometrum 1910 mm. longum erat.

98	156	131

Utroque nervo vago dissecto:

185	204	**)
128	176	215
157	134	60

Experimentum XI in vitulo institutum.

Haemodromometrum 1910 mm. longum erat.

137	130	237

Utroque nervo vago dissecto:

195	174	483
220	170	333
193	174	280
210	192	318
184	182	259
193	166	341

---

*) Curva tantum 13 mm. longa tam incerto descripta erat, ut singulae pulsus undae cognosci non possent.

**) Celeritatem per errorem non mensi sumus.

Pulsus computatus.	Pressio.	Celeritas.
198	168	411
*)	180	389
220	176	452
220	196	239
*)	140	58
207	148	61

Experimentum XII in vitulo factum.

Haemodromometrum 1865 mm. longum erat.

103	148	121
103	148	121

Dissecto utroque nervo vago:

169	180	170
160	168	250
176	172	83

Si jam eventus experimentorum allatorum colligimus, de effectu irritationis nervi vagi in sanguinis circulationem haec ex iis sequuntur:

I. Irritatione nervi vagi pulsus retardatur. Haec lex sine exceptione valet, itaque, quae *Hoffa* aliique viri docti de hoc argumento promulgaverunt, observationibus nostris omnino probantur.

II. Irritatione nervi vagi pressio lateralis in vasis minuitur. Experimentorum a nobis enarratorum tantummodo experimentum septimum hanc legem non sequitur. Qua re haec irregularitas adducta sit, demonstrari nequit. Eam ex observationis errore pendere statuere non possum, quum

*) Pulsus ex eadem causa, qua in experimento nono, definiri non potuit.

sola causa, propter quam per observationis errorem pressio lateralis justo major apparere possit, eo niti queat, quod effluxus aliqua ratione difficilis reddatur, ita ut non solum pressio lateralis in arteria carotide, sed simul etiam pars vigoris, quo sanguis in ea profluat, mensioni subjiciatur. Hanc causam vero in experimento illo obtinuisse, statuere non licet, quum ab illa etiam celeritas profluentis sanguinis necessario magnopere retardari debuisset, quae tamen in hoc casu multo major est, quam in reliquis experimentis nostris de effectu irritationis nervi vagi institutis.

III. Irritatione nervi vagi sanguinis fluentis celeritas minuitur. Haec observatio in experimentis nostris sine exceptione valet. — In experimento secundo quidem (Exp. IV) inter primam irritationem nervi vagi celeritas observata est, quae minimam sub conditionibus normalibus observatam aequat, sed commemorandum est, irritationem manifesto debilissimam fuisse, quod ex parva retardatione ictuum cordis conjicere possumus; itaque etiam effectus ejus in retardandam sanguinis fluentis celeritatem tantum minimus esse potuit. Inter alteram eamque fortiorem irritationem rationem supra dictam luculenter apparere videmus.

Quum igitur, ut modo diximus, pulsus frequentia, pressio lateralis et sanguinis celeritas irritatione nervi vagi minuantur, jam quaerendum est, utrum hi tres effectus unius ejusdemque causae agentis simul quidem adsint, minime vero nexu causali inter se conjuncti sint, an alter ex altero pendeat et in altero nitatur? Admodum probabile mihi esse videtur, irritatione nervi vagi ictum cordis directe retardari, hac re sanguinis celeritatem minui, atque inde rursus sanguinis pressionem minorem evadere. Altera autem quaestio

est, num in mutatione horum trium factorum circulationis ratio appareat, quae certa quadam formula exprimi possit. Si primum pulsus frequentiam cum sanguinis celeritate comparamus, hanc inter nervi vagi irritationem regulariter in quovis experimento sequente minorem esse, quam in proxime antecedente invenimus; pulsus contra plerumque quidem et ipse in quovis novo experimento tardior apparet, in sexta tamen experimentorum serie admodum variat, quibus variationibus quaelibet ratio inter pulsus frequentiam et sanguinis celeritatem refellitur. Sed etiam in reliquis experimentis, si pulsus frequentiam cum gradu retardationis sanguinis comparamus, facile intelligitur, minime cogitari posse de ratione inter hos duos circulationis factores, quae computationi subjici queat, itaque, ubi ratio ejusmodi manifestari videatur, eam maxima cum probabilitate casui fortuito adscribendam esse. Manifestum est, in experimentis allatis cordis actionem non solum respectu frequentiae, sed etiam respectu vigoris admodum variare, et quidem hae duae mutationes fere non altera ex altera pendere videntur. Quodsi res ita se habet, conamen rationem inter frequentiam solam et sanguinis celeritatem proponendi a priore rejiciendum est.

Idem dicendum est de ratione inter pressionem lateralem et sanguinis celeritatem. Utraque minuta est, minime vero ita, ut certa ratio inter eas appareat. Si ad rationem illam, quam *Volkmann* proposuit, eventu experimentorum nostrorum examinandam coëfficientes resistentiae secundum formulam $w = av^2 + bv$ computare tentamus, a semper valorem negativum esse reperimus, quod manifesto locum habere non potest, nisi computationem absurdam declarare

volumus. Si igitur in his experimentis coëfficientes *a* et *b*, qui ex reliquis causis resistentiae excepta celeritate pendent, computatione inveniri nequeunt, hujus rei causa tantum ea esse potest, quod conditiones ipsae, ex quibus pendent, in variis experimentis in uno eodemque animali institutis nimis magnis mutationibus subjectae sunt, quas quidem mutationes ne cognoscere quidem, nedum aestimare valemus. — Si conjecturam de natura earum nobis facere licet, ex repentino ortu earum fortasse cum aliqua probabilitate concludere possumus, tensionem sive tonum, quem vocant, vasorum mutatione aliqua affici. Mutandae sanguinis massae vel conditionis partim prorsus nulla causa in nervi vagi irritatione inesse videtur, partim vero mutatio ejusmodi, quum maximam partem manifesto ex nutritionis mutatione pendeat, probabiliter non tam brevi tempore intrare posset, quam, quae a nobis observata est, intrare solet.

Denique experimenta nostra probant, rationem inter pressionem lateralem et sanguinis celeritatem, coëfficientibus resistentiae se mutantibus, tantopere mutari posse et tam saepe re vera mutari, ut omnino non in quolibet casu e minuta vel aucta pressione laterali major vel minor celeritas conjici possit, quod quidem secundum ea, quae *Volkmann* dicit, jure fieri posse videtur.

Experimenta dissectis nervis vagis facta haec docent:

I. Pulsus frequentia discisione nervorum vagorum augetur. Nullum experimentorum nostrorum exceptionem hujus legis praebet.

II. Pressio lateralis statim post dissectos nervos vagos augetur, paulatim vero, quamquam irregulares auctiones subinde intercurrunt, infra gradum normalem minuitur. In se-

riebus experimentorum undecima et duodecima usque ad finem, ergo circiter per tres quadrantes horae, major manet, quam sub conditionibus normalibus esse solet; attamen in iis quoque sine dubio infra gradum normalem depressa esset, si experimenta diutius continuari potuissent, quod, quominus fieret, diversis impedimentis prohibitum est. In quarta experimentorum serie pressio lateralis statim post nervos vagos discisos tantummodo pressionem normalem aequat, neque eam superat; attamen commemorandum est, in hoc casu primum experimentum post operationem male successisse, ita ut aliquod temporis spatium post operationem praeterlapsum esset, antequam curva describeretur. Hac re reputata haec observatio quoque cum reliquis omnino congruit.

III. Sanguinis celeritas nervorum vagorum discisione ab initio multo augetur, paulatim vero, intercurrentibus auctionibus irregularibus, multo infra gradum normalem minuitur.

Exceptiones hujus regulae nobis offerunt series experimentorum tertia, quarta et quinta. In his enim sanguinis celeritas, quamquam ab initio pressio lateralis magnopere aucta est, jam a principio minor est, quam ex norma esse solet. Ad hanc rem explicandam mihi commemorandum est, nervum vagum semper demum post irritationem dissectum esse, itaque illam et magnam retardationem fluxus sanguinis illâ effectam probabilissime non omni vi in curvas statim post discisionem descriptas caruisse. In tertio experimento praeterea accedit, quod hoc primum fuit, in quo nervos vagos dissecuimus, quamobrem tam citam mutationem in sanguinis celeritate omnino non exspectantes non

admodum studuimus hanc celeritatem statim post operationem examinare, ita ut aliquantum temporis praeteriret, antequam curva describeretur. In quarta experimentorum serie, ut supra jam diximus, prima curva male successit, ita ut in hoc casu quoque aliquantum temporis elapsum esset, antequam prima curva a nobis allata describeretur. In quinta experimentorum serie, in qua brevi post nervorum vagorum discisionem prima curva descripta est, celeritatis deminutio minima est. Doleo in his experimentis omnibus neglectum esse accurate annotare, quanto temporis spatio post operationem curva descripta sit.

Si causae modo allatae, ut par est, reputantur, hae exceptiones sententiam meam supra edictam refellere non possunt, praesertim quum in experimentorum seriebus nona, decima, undecima et duodecima, in quibus tantum effectus nervorum vagorum discisione provocatus examinabatur, et praecipue curabatur, ut prima curva statim post discisionem describeretur, acceleratio illa sanguinis supra dicta luculentissime appareat*).

*) Jam ante aliquantum temporis *Bernard* de sanguinis post nervos vagos dissectos mutata pressione et pulsus frequentia observationes fecit, quae cum nostris fere congruunt. Illae enarratae reperiuntur in „*Prager* medicinische Vierteljahrsschrift" Ann. X. 1853. Vol. I. pag. 180. De vi nervorum vagorum in cordis contractiones haec relata sunt: „Cardiometro" in arteriam carotidem equi inducto pressio 130—145 mm. hydrargyri cognita est, et in qualibet contractione haec pressio 15—20 mm. augebatur. Nervis vagis in regione media colli dissectis incrementum pressionis qualibet cordis contractione effectum in 5—6 mm. minuebatur, dum pressio tota non minuebatur, imo etiam augebatur. Numerus pulsationum cordis semper magnopere crevit. Eodem modo res se habuit in canibus, in quibus praeterea contractiones cordis ante operationem admodum irregulares magis rhythmicae fiebant.

Si jam respectu discisionis nervorum vagorum eandem quaestionem, quam respectu irritationis eorum modo perpendimus, nobis proponimus, utrum trium illorum factorum mutationes nexu causali inter se careant, an statuendum sit, alterius mutationem in alterius niti, etiam in hoc casu facere non possum, quin edicam sententiam, auctionem eorum statim post operationem intrantem ex accelerata cordis motione pendere. Verisimillimum esse mihi videtur, ab initio post vagos dissectos frequentiores cordis contractiones etiam plus sanguinis ex eo evacuare, ergo celeriorem circulationem provocare, paulatim vero, quum apparatus ipsas in ordine continens, i. e. nervus vagus, desit, rhythmum suum amittere, et jam motionibus non ordinatis ad sanguinem promovendum multo minoris utilitatis fieri, quam antea fuerint.

Si vero conditionem contractionum cordis hoc modo mutari statuimus, inde sequitur, rationem inter numerum earum et celeritatem sanguinis locum habere non posse, idemque, etiamsi obiter tantum valores eodem tempore observatos reputemus, in hoc casu etiam multo evidentius, quam post nervi vagi irritationem, apparet. Haud raro enim in una eademque experimentorum serie eandem pulsus frequentiam conjunctam invenimus cum celeritate sanguinis tam diversa, ut octuplo variet.

Neque inter pressionem et celeritatem in hoc casu ulla ratio certa reperitur, nam saepe eadem pressio conjuncta est cum celeritate altero tanto variante, atque haec ratio etiam multo magis mira fit sub finem seriei experimentorum, ubi fere semper pressio magna, adeo supra normalem modum aucta, cum celeritate maxime deminuta

conjuncta conspicitur. Explicatio hujus phaenomeni miri disquisitionibus futuris relinquenda est, nam adhuc causae ejus nos fugiunt.

Mea opinione igitur frequentia pulsus inter nervi vagi irritationem et post ejusdem discisionem mutata causa mutatae celeritatis et pressionis sanguinis habenda est, eodem tempore vero ad hos duos factores mutandos tot aliae res, quae hucusque accuratius definiri nequeunt, conferunt, ut nondum certa ratio inter eas inveniri possit.

Experimentis supra allatis ad sententiam modo edictam adductus ad adhibenda alia remedia pulsum mutantia transii, ut explorarem, num post eorum usum similis connexus mutationum in conspectum venturus esset.

Primum igitur ad hoc consilium assequendum Digitalem adhibui, quum mihi ex iis, quae Dr. ***Traube*** in commentatione quasi praecursoria de ejus effectu promulgavit, probabile esse videretur, fore, ut post ejus usum maxima symptomatum similitudo appareret. In prima, altera et quarta experimentorum sequentium serie Digitalinum adhibuimus, in tertia infusum ex uncia una herbae Digitalis in sex uncias colaturae paratum.

Experimentum XIII in arteria crurali canis institutum.

Pulsus.	Pressio.
100	136
Dimidio grano Digitalini in venam cruralem injecto:	
60	168
73	168
Iterum grano dimidio Digitalini in eandem venam injecto:	
150	204

Quarta circiter horae parte post alteram injectionem animal mortuum est. In hoc experimento celeritatèm non sumus mensi, quum illud tantum experimentum praecursorium haberemus; nihilominus tamen illud enarravi, quum effectus Digitalis in eo evidentissime appareat, et saltem respectu mutationis pulsus cum iis, quae ***Traube*** affert, omnino congruat.

Experimentum XIV in arteria crurali canis factum.

Haemodromometrum 1865 mm. longum erat.

Pulsus.	Pressio.	Celeritas.
122	102	114
Grano dimidio Digitalini in venam cruralem injecto:		
100	136	124
123	130	95
Iterum grano dimidio Digitalini in venam injecto:		
97	139	157

Hac ultima curva descripta haemodromometrum fractum est, quod quidem in hoc casu eo magis dolendum erat, quum eo ipso momento demum fortiores effectus Digitalini intrarent, quod vomituritiones, respiratio accelerata, aliaque symptomata ejusmodi demonstraverunt. In hoc experimento igitur imprimis ultima curva nobis respicienda erit. Ne experimentis objici posset, subligatione venae cruralis ad efficiendam injectionem necessariâ sanguinis motioni nova impedimenta opposita, ergo non effectum Digitalini solum observatum esse, in hoc experimento et in sequentibus jam priusquam prima curva describeretur, vena subligata est.

Experimentum XV in arteria carotide canis factum.

Haemodromometrum 1800 mm. longum erat.

Pulsus computatus.	Pressio.	Celeritas.	Tempus Operatio duravit
			10′ 10″—10′ 35″
192	138	194	10′ 37″
Semuncia infus. Digit. in venam jugularem injecta			10′ 40″
66	151	133	10′ 45″
75	156	281	10′ 50″
74	130	158	10′ 55″
57	140	130	11′
46	122	151	11′ 5′
75	119	155	11′ 10′

Deinde iterum semuncia infusi in venam jugularem canis injecta est, sed quum experimenti initium modo factum esset, inter motum canis cannula una ex arteria erupta est, qua re canis tantam sanguinis jacturam fecit, ut experimentum omittendum esset. Hoc tantummodo ex initio curvae jam descripto conspici poterat, pressionem fortiorem esse, quam antea, et pulsum frequentissimum factum esse.

Experimentum XVI in arteria carotide canis institutum.

Haemodromometrum 1800 mm. longum erat.

Pulsus.	Pressio.	Celeritas.	Tempus Operatio duravit
			10′ 20″—10′ 40″
127	162	173	10′ 43″

Grano dimidio Digitalini in venam jugularem injecto:

Pulsus.	Pressio.	Celeritas.	Tempus operatio.
37	206	132	10′ 46″
19	168	188	10′ 49″
25	164	249	10′ 53″
100	188	249	10′ 55″
96	182	213	11′
206	176	281	11′ 5″
216	162	215	11′ 8″
212	168	234	11′ 11″

Negare non possum, numerum experimentorum de Digitalis effectú institutorum parvum esse, et tantum ultimam experimentorum seriem omnino successisse. Itaque sine dubio optandum fuisset, ut comparandi causa adhuc nonnulla experimenta instituerentur, quod tamen fieri non potuit, quum intra tempus, quod mihi ad instituendas disquisitiones concessum erat, canes necessarios adipisci non possem. Experimenta vero enarrata haec docent:

I. Pulsus minore gradu actionis Digitalis retardatur, si vero haec actio augetur, pulsus magnopere acceleratur.

II. Pressio apud pulsum Digitali retardatum initio aucta est, sed paulatim rursus minuitur. Ubi acceleratio pulsus intrat, pressio denuo aliquanto augetur, sed etiam tum rursus sensim deminuitur.

III. Celeritas adhibita Digitali non magnopere mutatur; modo paulo minor, modo paulo major est.

Ex iis, quae attulimus, sequitur, inter tres factores rationem apparere non posse; quin etiam, quum in experimentis, in quibus nervus vagus irritatus erat, pulsus retardatus pro causa retardatae celeritatis sanguinis haberi pos-

set, etiamsi certa accurataque ratio demonstrari nequiret, adhibita Digitali pulsum tardiorem cum sanguinis celeritate non minuta vel adeo aucta conjunctum esse posse reperimus. — Haec res jam indicat, effectus utriusque remedii magnopere inter se differre, sed etiam majorem differentiam eorum demonstrant conditiones pressionis. Quum enim inter irritationem nervi vagi pressio magnopere minuatur, Digitali adhibita pressionem ab initio aliquanto auctam videmus, quae quidem paulatim minuitur, nunquam vero ita decrescit, ut inter irritationem. Itaque facere non possum, quin sententiam illam, quam *Traube* proposuit, effectum Digitalis irritatione, et si fortioribus dosibus adhibeatur, paralysi nervi vagi niti, non probatam esse declarem. Effectus quidem in pulsus frequentiam effectui irritationis et discisionis nervi vagi omnino similis est, quin etiam forma curvae magnam similitudinem ostendit, effectus vero in sanguinis pressionem et celeritatem in utroque casu admodum differunt.

Proxima experimenta adhibito Chloroformylo institui, quum in materia medica doceatur, post usum ejus pulsum ab initio accelerari, postea vero magnopere retardari [14]). Chloroformylum animalibus auxilio tubuli in ventriculum ingestum est. Paucis sexagesimis horae partibus narcosin perfectam provocavit, quae demum post unam vel duas horas cessavit. Animalia intra hoc temporis spatium omnino quieta jacebant, ita ut experimenta facillime institui possent; quare eventus, quamvis ex duabus tantum experimentorum seriebus deductus, omni fide dignus est.

---

14) *Oesterlen*, Heilmittellehre 1850. pag. 413.

Experimentum XVII in vitulo factum.

Haemodromometrum 1800 mm. longum erat.

Pulsus.	Pressio.	Celeritas.
119	148	150
97	143	127
Duabus drachmis Chloroformyli in ventriculum ingestis:		
105	138	151
103	135	148
102	134	117
120	135	65
116	135	42
105	132	83
Denuo drachma una Chloroformyli in ventriculum ingesta:		
110	130	30
108	146	20

Experimentum XVIII in vitulo institutum.

Haemodromometrum 1800 mm. longum erat.

Pulsus.	Pressio.	Celeritas.	Tempus Operatio duravit.
			11′ 15″—11′ 35″
134	138	126	11′ 35″
Duabus drachmis Chloroformyli in ventriculum ingestis:			
135	133	107	11′ 43″
129	131	110	11′ 48″
123	126	105	11′ 53″
119	120	102	11′ 58″
119	125	94	12′ 3″
Denuo drachma una Chloroformyli in ventriculum ingesta:			
122	122	104	12′ 10″
126	124	106	12′ 15″
125	117	101	12′ 20″

Denuo drachma una Chloroformyli in ventriculum ingesta:

Pulsus.	Pressio.	Celeritas.	Tempus.
129	124	72	12′ 25″
130	123	80	12′ 32″
132	121	34	12′ 38″
128	123	25	12′ 43″
134	123	17	12′ 53″
123	118	41	1′ 11″

Ultima curva descripta animal ex narcosi expergisci coepit. Mutationes Chloroformylo provocatas considerantes haec invenimus:

I. Pulsus frequentia per totam experimentorum seriem fere aequalis manet, curvaeque post Chloroformylum in animalis ventriculum ingestum descriptae magna aequabilitate singularum pulsus undarum insignes sunt.

II. Pressio paulatim deminuitur, deminutio tamen tam parva est, ut omnino intra fines inconstantiarum normalium versetur.

III. Celeritas sanguinis Chloroformylo magnopere minuitur.

Quum adhibito Chloroformylo tantummodo unus factor admodum mutetur, duo reliqui autem fere immutati maneant, nullam rationem inter eas demonstrari posse manifestum est.

Mirum est, quod in his experimentis, in quibus sine dubio perfecta narcosis intraverat, tam exigua tantum pulsus retardatio animadvertitur. Utrum haec differentia e ratione Chloroformyli applicandi originem ducat, an Chloroformylum hoc respectu aliter in vitulum atque in hominem agat, dijudicare nondum ausim.

Si jam quaestionem nobis proponimus, qua re adhi-

bito Chloroformylo sanguinis celeritas retardetur, ad eam non magis certo respondere possumus, quam ad quaestionem, qua re hoc fiat post nervos vagos dissectos cet. Probabile tamen esse videtur, quum Chloroformylum in sanguinem transire notum sit, sanguinem ipsum mutationem aliquam subire, quae ut tardius fluat, efficiat. Chloroformylum celerrime rursus e corpore excerni scimus, et cum hac re etiam congruere videtur, quod in secunda experimentorum serie experimentum ultimum, in quo narcosis manifesto jam aliquanto minor facta erat, rursus majorem celeritatem ostendit, quam antegressa. Probabiliter eo tempore jam pars Chloroformyli rursus e corpore evacuata erat et propterea sanguinis conditio propius ad normam accesserat.

Postremum remedium, cujus effectum experimentis examinavi, Tartarus emeticus fuit. In therapia statutum est, Tartaro emetico, si in magnis dosibus per longius temporis spatium adhibeatur, magnam totius corporis relaxationem et praecipue deminutionem actionis cordis adduci. Novissimis temporibus haec ejus ratio agendi pro causa habita est, qua vis ejus medicatrix in compluribus morbis, ut in pneumonia, niteretur, quum praesumeretur, simul cum retardatione ictuum cordis necessario etiam sanguinis celeritatem retardari; itaque veritatem hujus praesumptionis examinare maxime me juvabat. Tartarus emeticus in parva copia aquae solutus siphonis ope in animalis venas injectus est. Etiam in his experimentis jam ante initium eorum vena, in quam Tartarum emeticum immittere decrevimus, subligata, est, ut in omnibus experimentis sanguinis circulatio sub iisdem conditionibus anatomicis fieret.

Experimentum XIX in vitulo institutum.

Haemodromometrum 1800 mm. longum erat.

Pulsus.	Pressio.	Celeritas.	Tempus.
100	140	184	11′
Tribus granis Tartari emetici in venam jugularem injectis:			
131	138	125	11′ 5″
*)			
100	112	144	11′ 20″
102	113	110	11′ 25″
Iterum tribus granis Tartari emetici in venam jugularem injectis:			
109	111	38	11′ 35″
100	129	10	11′ 40″
107	115	27	11′ 50″

Experimentum XX in vitulo institutum.

Haemodromometrum 1800 mm. longum erat.

136	122	88	9′ 40″
Tribus granis Tartari emetici in venam jugularem injectis:			
131	116	98	9′ 50″
117	124	38	9′ 57″
99	120	20	10′ 2″

*) Hoc loco duae curvae desunt, quae dum chartae fuligine oblitae inscriberentur ita inter se confusae erant, ut postea lineae sejungi et dignosci jam non possent. Pulsus frequentia et pressio fere eaedem fuerunt, quae in curvis praegressis, celeritas autem admodum retardata erat.

Pulsus.	Pressio.	Celeritas.	Tempus.
89	113	10	10′ 8″
86	113	9	10′ 13″
99	105	28	10′ 18″
107	112	6	10′ 25″
94	93	69	10′ 30″
100	90	65	10′ 35″
104	88	140	10′ 42″
125	84	120	10′ 47″

Post injectionem igitur Tartari emetici haec animadvertuntur:

I. Pulsus in priore experimentorum serie haud retardatus est et omnino regularis mansit. In altera experimentorum serie cordis contractiones paulatim admodum irregulares et intermittentes factae sunt, ita ut aliquamdiu tertius quisque ictus excideret. Hac re reliqui ictus omnino speciem pulsus dicroti, qualem *Volkmann* delineavit, adipiscuntur; facile tamen nobis persuadere possumus pulsum tantummodo intermittere, dummodo hanc mutationem gradatim intrantem persequamur, et observemus, ut primum post quinos vel senos ictus, deinde post ternos, denique post binos unus ictus excidat. Si praeterea linea abscissa singularum undarum comparatur, abscissam majorum undarum semper fere accurate altero tanto majorem esse, quam undarum minorum. — Postquam haec irregularitas in sexta curva circiter maximum gradum attigit, paulatim rursus decrescit, ita ut curvae undecima et duodecima jam pulsum fere omnino regularem ostendant.

II. Pressio intercurrentibus parvis anomaliis ab initio minuitur.

III. Celeritas in priore experimentorum serie post injectionem admodum minuitur, mox vero rursus crescit; idem fit post secundam injectionem. In altera experimentorum serie eodem gradu, quo pulsus magis irregularis fit, decrescit, et, simulatque ille magis regularis fit, rursus augetur.

Statim ab initio mihi profitendum est, in his duabus experimentorum seriebus manifesto mihi non successisse illum Tartari emetici effectum producere, quem examinare cupiverim. Probabiliter ad hunc effectum provocandum diutius continuato usu remedii opus est, qui una dosi magna compensari nequit. Itaque judicium ferre non possum, num vera sit praesumptio, simul cum ictu cordis usu Tartari emetici retardato etiam sanguinis celeritatem minutam esse. Equidem tantum retardationem motionis sanguinis observavi, quae in priore experimentorum serie probabiliter ex mutata sanguinis conditione pendebat, ad quam mutationem in altera serie praeterea irregularitas actionis cordis accedebat.

In his experimentis quoque invenitur, rationem inter pulsus frequentiam, pressionem et celeritatem demonstrari non posse; itaque, si eventus omnium experimentorum enarratorum colligo, mihi edicendum est, rationem in omnibus casibus ratam inter tres factores circulationis sanguinis demonstrari non posse, quamvis in nonnullis casibus probabile sit, auctionem unius ex iis causam augendorum duorum reliquorum esse.

Porro inde sequitur, nobis non licere ex mutata pressione certam mutationem celeritatis et vice versa conjicere. — Diversam celeritatem sub conditionibus ceteroquin omnino aequalibus certam pressionis diversitatem postulare, negari nequit; conditiones autem, ex quibus, si celeritatem

excipis, pressio pendet, tam diversae sunt, ut illis agentibus quamvis celeritas minuta sit, pressio aucta, et quamvis celeritas aucta sit, pressio minuta gigni possit.

Si igitur non licet ex sola pulsus frequentia conjecturam facere de sanguinis celeritate, quoniam majoris minorisve effectus singularum cordis contractionum in sanguinem propellendum ratio non habita est, fortasse fieri possit, ut altitudo singularum undarum, quippe quae pressionem in systemate arteriarum copia sanguinis per singulas cordis contractiones in illud propulsa mutatam indicet, viam nobis praebeat et ad computandam copiam illius sanguinis et jam ad conjecturam de celeritate ex undarum numero et altitudine faciendam. — Ut tamen altitudine undarum ad metiendam sanguinis copiam, qua illae producuntur, uti possimus, necesse est instituantur sufficientes observationes, quo modo et quo gradu altitudo undarum aequali copia fluidi in tubulum elasticum propulsi provocatarum diversa pressione in illo tubulo mutetur, et deinde, quo gradu undarum altitudo mutetur, si copia fluidi in tubulum propulsi certis rationibus commutetur.

Haec mihi via esse videtur, qua ad aestimandam ex pulsu sanguinis celeritatem perveniri possit, eamque ab iis, qui futuro tempore in hanc rem inquirant, non neglectam iri spero.

Formam singularum curvarum non accuratius descripsi, quum insignissimas earum in tabula huic commentationi adjecerim, et adspectus curvae ejusmodi cuivis descriptioni praeferendus sit.

Theses.

1. In tractanda cataracta depressio lentis omnibus aliis operationis methodis praeferenda est.
2. Cataracta capsularis non est.
3. Sententia illa, quam Traube proposuit, effectum Digitalis irritatione, et si fortioribus dosibus adhibeatur, paralysi nervi vagi niti, falsa est. —
4. Color ulcerum diagnoseos criterium pessimum.
5. Resectio praeferenda est amputationi.
6. Methodus Weinholdii omnino est rejicienda.

Explicatio tabulae.

Fig. I. Apparatus in experimentis instituendis a me adhibitus.

A. Haemodromometrum secundum Volkmannii praeceptum constructum.

a. Locus, quo haemodromometrum cum haemodynamometro conjunctum est.

c. Epistomium, quod clausum sanguinem per bulbum aeneum percurrere sinet, apertum autem illum per haemodromometrum viam facere cogit.

B. Haemodynamometrum secundum Volkmannii praeceptum constructum.

b. Apertura, per quam apparatus impletur, obturaculo clausa.

d. Natator ligneolo instructus, cui pilus pulsus curvas in tympano kymographii *C* describens affixus est.

Fig. II. (cf. Exp. V.) *a.* Curva normalis.

b. c. Curvae, dum nervus vagus irritabatur, descriptae.

d. Curva post dissectos nervos vagos decripta.

Fig. III. (cf. Exp. IX.) *a.* Curva normalis.

b. c. d. e. f. Curvae, quae mutationes trium factorum post dissectos nervos vagos paulatim intrantes ostendunt.

Fig. IV. (cf. Exp. XVI.) *a.* Curva normalis.

b. c. d. e. f. g. h. i. Curvae, quae mutationes trium factorum post dimidium granum Digitalini injectum sensim intrantes indicant.

Fig. V. Curva post Chloroformylum adhibitum descripta.

Fig. VI. (cf. Exp. XX.) Mutationes pulsus post Tartari emitici injectionem paulatim intrantes.

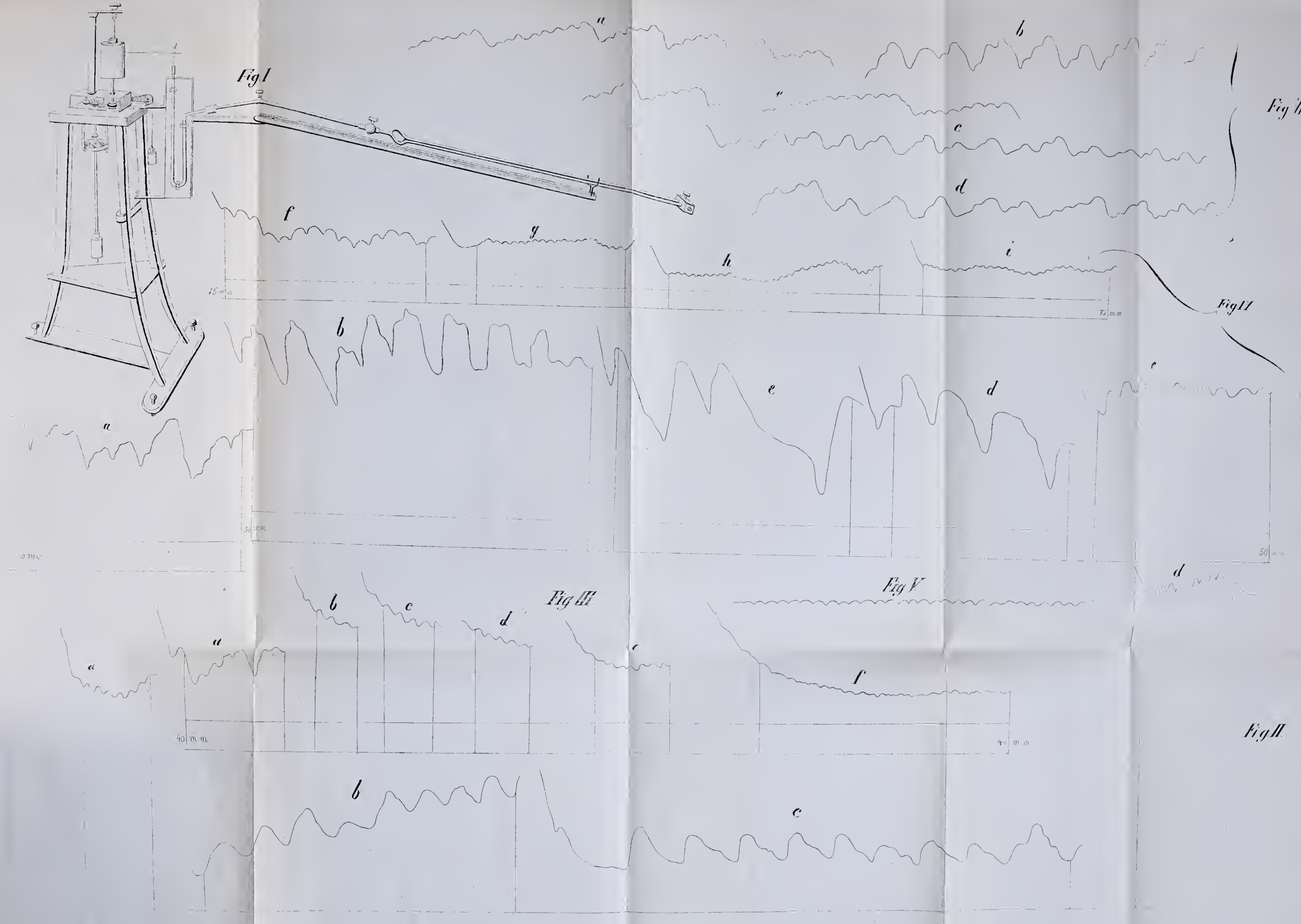


Fig I
Fig II
Fig III
Fig V
75 mm
50 mm
40 mm